

A4-291 Indicadores de sustentabilidad ambiental del suelo en cuatro establecimientos bonaerenses.

Maya Lihué Ullua¹; Nadia Sakellaropoulos Simon¹; César Augusto Di Ciocco²; Eduardo Augusto Penón³

¹Estudiante avanzada Ing. Agr. UNLu, ²Departamento de Ciencias Básicas e INEDES. UNLu. ³Departamento de Tecnología e INEDES. UNLu. ullua.lihue@gmail.com; nadiasakell@gmail.com; docenteecologia@yahoo.com.ar; edupenon@hotmail.com.

Resumen

Muchos procesos dependientes de la actividad microbiológica que contribuyen a la fertilidad de los agrosistemas y al ciclado de nutrientes ocurren en el suelo. El objetivo es analizar los posibles indicadores de sustentabilidad ambiental, considerando a la materia orgánica como un indicador de estado y a la actividad microbiana como uno de presión, según la intensidad de uso del suelo, en ocho situaciones pertenecientes a cuatro establecimientos bonaerenses. Los muestreos fueron en situaciones de agricultura intensiva continua, agricultura reciente, pastizales naturalizados y forestación implantada. Los distintos usos presentaron diferencias en la actividad microbiológica, la respiración edáfica fue significativamente mayor en los casos de pastizales. Los niveles de materia orgánica del suelo pueden relacionarse con manejos adecuados pero los diferenciales en la respiración edáfica podrían anticipar situaciones de degradación.

Palabras clave: materia orgánica; respiración edáfica.

Abstract: Many dependent processes that contribute to microbiological activity fertility agrosistemas and nutrient cycling occur in the soil. The aim is to analyze the possible indicators of environmental sustainability, considering the organic matter as a status indicator and microbial activity as one of pressure, according to the intensity of land use, in eight situations Buenos Aires from four establishments. The samples were in situations of ongoing intensive agriculture, recent agriculture, forestry naturalized grasslands and implemented. The different applications differed in microbiological activity, soil respiration was significantly higher in the case of grassland. Levels of soil organic matter can be related to differential appropriate handling but the soil respiration could anticipate situations of degradation.

Keywords: organic matter; soil respiration.

Introducción

Los indicadores se pueden definir como mediciones en el tiempo, que por medio de variables ofrecen información sobre la tendencia del sistema que se planea estudiar. Los indicadores de sustentabilidad pueden estar formados por una variable o por un grupo de variables que están relacionadas entre sí (Antequera, 2014). El objetivo fue analizar la sustentabilidad ambiental empleando la respiración edáfica y la materia orgánica del suelo monitoreado en un período de tiempo. Estos indicadores deben ser capaces de mostrar el progreso del sistema estudiado (Rodríguez, 2002).

Los indicadores de estado aportan información sobre la situación actual del sistema. Los indicadores de presión son aquellos relacionados al funcionamiento del sistema e indican el efecto que distintas prácticas de manejo, ejercen sobre el mismo, sobre los indicadores de estado, y éstos se pueden dividir en directos o indirectos. Los indicadores de respuesta indican qué se está haciendo para modificar el estado actual del sistema (FAO, 1993 y

Sarandón et. al., 2014).

La comunidad de microorganismos edáficos es la responsable de los procesos de descomposición de la materia orgánica, el ciclado de nutrientes, entre otros. Estos microorganismos mantienen funciones ecológicas esenciales que determinan, la sustentabilidad a largo plazo de los agroecosistemas (Beare et al., 1997).

La respiración edáfica mide la actividad microbiológica del suelo, siendo uno de los parámetros más sensibles frente al impacto o disturbio del sistema (Filip, 2002). Los mayores niveles de la actividad microbiológica en suelos con pastizales naturalizados posiblemente se relacionen con la mayor cantidad de sustratos fácilmente descomponibles (Gómez et al 1996) presentes en un suelo con una cantidad de raíces y producción de sustratos rizosféricos a lo largo del año más constante que los producidos en un cultivo cuya duración no supera los seis meses. Las condiciones ambientales relativamente más estables de suelos con pastizales naturales también contribuyen a una mayor actividad microbiana, favoreciendo la asociación entre la comunidad bacteriana y las plantas (Vance & Chapin III, 2001) que es en general más alta y presenta menos variaciones en el tiempo. Otro aspecto a considerar sobre la actividad microbiana en los lotes con agricultura, es el empleo de plaguicidas que pudieron contribuir a disminuir la respiración edáfica (Gupta & Roper, 2010). Es por eso que los microorganismos presentan un potencial como indicadores de alta sensibilidad a los cambios edáficos producidos por las prácticas de manejo agrícola y pueden ser utilizados como indicadores potenciales de la calidad de los suelos, pudiendo anticipar su degradación antes que los parámetros físicos o químicos (Abril, 2003).

Metodología

Se analizó la evolución de los indicadores más relevantes de los suelos de cada establecimiento agropecuario productivo (EAP) a través de la toma de 5 muestras por fecha y réplica, tomadas al azar trimestralmente, en un período de dos años, en una profundidad de 0-10 cm. Además, se compararon valores promedio con valores de referencia, y las situaciones de los lotes con manejo más intensivo con lotes de menor uso (pastizales) en cuatro establecimientos localizados en los partidos de Chivilcoy, Navarro, Las Heras y Luján, bajo diferentes usos del suelo: 1-Campos agrícolas con más de 40 años de agricultura continua (AC), 2-Campos con agricultura reciente, dos años, con una historia de 25 años de ganadería (AR), 3-Pastizales naturalizados, dominados por gramíneas (PN), 4-Forestación implantada, de actividad mixta, junto con agricultura y ganadería (FI), en este establecimiento se consideraron cuatro situaciones distintas según su uso: Silvopastoril, Eucalipto, Acacia, Agricultura.

La evaluación de las EAP, se basó en el análisis de la respiración edáfica, y en el principal indicador de la fertilidad de los suelos: la materia orgánica (MO) (Álvarez & Steinbach, 2006).

Para la respiración edáfica se utilizó la metodología adaptada de Frioni (1996). El contenido de M.O% fue evaluado según clasificación Conti (2000). El Contenido de carbono orgánico del suelo se determinó por el método de Walkley y Black. Para la parte estadística, fue utilizado el programa Statistic, Kruskal Wallis, $p < 0,05$.

Resultados y discusiones

Los resultados del porcentaje de materia orgánica (MO) y la respiración edáfica (mg CO₂ por g de suelo seco y por día de incubación), se muestran en la tabla 1, que se comparan tres establecimientos con una situación prístina, y las cuatro situaciones del forestador siendo el

cuarto establecimiento (tabla 2).

TABLA 1. MO y respiración edáfica para tres establecimientos y pastizal.

	Materia orgánica (%)	Respiración edáfica (mg CO₂ por g de suelo seco y por día de incubación)
Pastizal	4,22±0,97 a	0,091±0,022 a
AC	4,30±1,42 a	0,047±0,025 a
AR	4,08±1,37 a	0,072±0,026 b
PN	3,77±1,34 a	0,090±0,036c

Las determinaciones realizadas se presentan como valores medios ± desvío estándar. Letras distintas indican diferencias significativas entre filas de una misma columna (P<0,05). AC: Agricultura continua, AR: Agricultura reciente, PN: Pastizal naturalizado.

TABLA 2. MO y respiración edáfica para diferentes usos del forestador mixto.

	Materia orgánica (%)	Respiración edáfica (mg CO₂ por g de suelo seco y por día de incubación)
Agrícola	2,80±0,20 a	0,070±0,011 a
Silvopastoril	5,83±0,20 c	0,110±0,012 b
Eucalipto	6,78±0,20 d	0,170±0,014 c
Acacia	4,27±0,20 b	0,080±0,015 a

Las determinaciones realizadas se presentan como valores medios ± desvío estándar. Letras distintas indican diferencias significativas entre filas de una misma columna (P<0,05).

Exceptuando al forestador mixto, no se observan diferencias significativas en el contenido de MO entre suelos productivos y suelos con pastizales. La rotación de cultivos, el uso de la siembra directa, el adecuado manejo ganadero (apotrerramiento, pasturas, etc.) podrían estar en la base de los resultados obtenidos en materia de fertilidad. Para el forestador mixto se destaca el suelo con eucalipto que presenta valores elevados de materia orgánica que puede deberse a la alta producción de hojarasca del orden de 20 a 25 Mg ha⁻¹ año⁻¹ (MAGyP, 1998).

Los mayores niveles de la actividad microbiológica en suelos con pastizales naturalizados, posiblemente, se relacionen con una estructura de la comunidad microbiológica adaptada a la mayor cantidad de sustratos fácilmente descomponibles (Ferreras, 2009; Gómez, 1996) presentes en un suelo con una cantidad de raíces y producción de sustratos rizosféricos más constante en el tiempo que los producidos por cultivos cuya duración no supera los seis meses.

Sin embargo, como observó Nannipieri (1994) los parámetros biológicos tienden a reaccionar de una manera más rápida y sensible a los cambios producidos por el manejo del suelo, por lo tanto podrían constituir una señal temprana y ser de utilidad para estimar la calidad edáfica, incluso antes que las propiedades físicas y químicas. Los suelos de pastizales tuvieron mayor actividad microbiológica lo que les permite mantener elevada capacidad para descomponer residuos vegetales, animales y sustancias de síntesis, funciones imprescindibles para sustentar la vida sobre la Tierra y mantener agroecosistemas

sanos y productivos.

Conclusiones

Los niveles de fertilidad parecen mantenerse compatibles con la producción, ya que los contenidos de MO, muestran niveles adecuados en los casos estudiados, independientemente de las diferentes orientaciones productivas, y de la conducta usual de los productores de hacer agricultura en los suelos más aptos y reservar la ganadería para los suelos con moderadas o graves limitaciones. Éstos podrían relacionarse con manejos adecuados. Coincidiendo con otros autores, los parámetros microbiológicos resultaron ser más sensibles que los químicos, pudiendo describir tempranamente el nivel de impacto a los que están sometidos los suelos, y anticipando un posible proceso de degradación (Di Ciocco, 2009; 2014). La respiración edáfica es un parámetro directo del uso de plaguicidas, agroquímicos y paso de la maquinaria, es decir de la presión sobre el sistema y por lo tanto un indicador temprano de la sustentabilidad del agroecosistema.

Referencias bibliográficas

- Abril A. (2003). ¿Son los microorganismos edáficos buenos indicadores de impacto productivo en los ecosistemas? *Ecología Austral*, 13:195-204.
- Antequera JY (2014). Portal sostenibilidad. Fecha de consulta 15 de abril de 2014. Recuperado de http://portalsostenibilidad.upc.edu/detail_01.php?numapartat=6&id=75.
- Álvarez, R & Steinbach H (2006). Valor Agronómico de la Materia Orgánica. Cap 2 en: Materia Orgánica, Valor Agronómico y Dinámica en los Suelos Pampeanos. Ed. Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.
- Beare, MH et al (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosistema function in the tropics: the role of decomposer biota. *Applied Soil Ecology*, 6: 87-108.
- Conti, ME (2000). Principios de edafología con énfasis en suelos argentinos. Editorial Facultad de Agronomía. 67-86 pp.
- Di Ciocco C & F Momo (2011). Hacia un nuevo paradigma agroproductivo en las ciencias del suelo. CD V CISDA. 12 al 14-9-2011. Santa Fe.
- Di Ciocco C, F Momo, M Santadino y C Coviella. (2004). "Consecuencias sobre el agrosistema del cultivo de soja: fuerte extracción de nitrógeno y pérdida de mesofauna". Publicado en CD. 1° Edición Asociación Argentino-Uruguay de Economía Ecológica. ISBN: 987-22038-0-6.
- Di Ciocco C. (2009). La soja ¿un cultivo sustentable? C. *GeoEcon Revista de Geografía Económica* 1 (1) 23-31. ISSN 1852-3617. Buenos Aires.
- Di Ciocco C, R Sandler, L Falco & C Coviella. (2014). Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico-químicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo (ISI)*. 46(1): 73-85. ISSN impreso 0370-4661.
- Ferreras L, S Toresani, B Bonel, E Fernández, S Bacigaluppo, V Faggioli & C Beltrán. (2009). Parámetros químicos y biológicos como indicadores de calidad del suelo en diferentes manejos. *Ciencia del Suelo* 27(1): 103-114.
- FAO. (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Environment monographs N°83 6pp.
- Filip, ZK (2002). International approach to assessing soil quality by ecologically-related biological parameters. *Agriculture Ecosystem & Environment* 88:169-174.
- Frioni, L. (1999). Procesos microbianos. Ed. de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. 322 pp.
- Gómez M, H Kruger & M Sagardoy (1996). Actividad biológica de un suelo de la zona semiárida bonaerense cultivado con la secuencia soja-trigo bajo tres prácticas culturales. *Ci Suelo* 14: 37-41.
- Gupta, VSR & Roper, MM (2010). Protection of free-living nitrogen-fixing bacteria within the soil matrix. *Soil and Tillage Research* 109 (1): 50-54.
- Nannipieri, P., 1994. The potential use of enzymes as indicators of productivity, sustainability and pollution. In: CE Pankhurst; BM Doube; VVSR Gupta & PR Grace (eds). *Soil Biota- Management in Sustainable Farming Systems*. CSIRO, East Melbourne Australia, pp 238-244.



- Rodríguez, SC (2002). Diseño de indicadores de sustentabilidad por cuencas hidrográficas. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático I NECC. Fecha de consulta 16 de abril de 2002. Recuperado de http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/ind_sust.pdf
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca Argentina. (1998). <http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/forestacion/biblos/bloque04a.pdf>. Acceso 22 de mayo de 2015.
- Sarandón SJ & CC Flores (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial EDULP 382pp.
- STATISTICA, StatSoft <http://www.statsoft.com>
- Vance E D & FS Chapin III. (2001). Substrate limitations to microbial activity in taiga forest floors. Soil Biology and Biochemistry. 33(2): 173-188.